

# III-564

## 1 次元浸透実験における気泡の発生・発達

大林組 正会員 宮崎裕光  
名古屋大学大学院 学生会員 小高猛司  
名古屋大学 正会員 浅岡 顕

### 1. はじめに

2次元浸透破壊実験を通して気泡の発生による砂質地盤の進行性破壊の可能性<sup>1)</sup>と、その主な原因が浸透水の過飽和性にあることを現在までに報告してきた<sup>2)</sup>。本報告では多次元実験では把握し切れないダイレイタンシーの効果を除外するために、1次元での浸透破壊実験を行い気泡の発生・発達を観察する。

### 2. 動水勾配と気泡発生・発達との関連性

図1は実験装置である。供試体は表乾状態の豊浦砂を水中落下させて作製する( $e=0.9$ )。高さ $H=5\text{cm}$ の供試体に定水位で下向きに5種類の動水勾配( $i=0.48, 1.02, 2.10, 3.02, 4.04$ )を与える。使用水は空気に関し過飽和状態となっているのが普通である水道水<sup>2)</sup>を用いていることを特に強調しておく。実

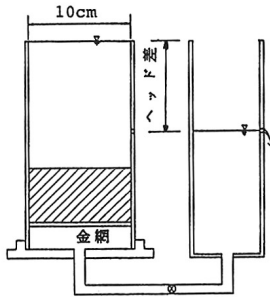


図1 実験装置

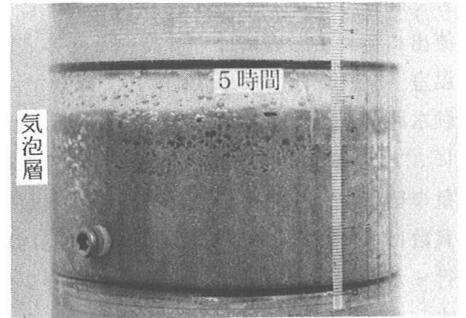


写真1 気泡層発生の様子( $i=4.04$ )

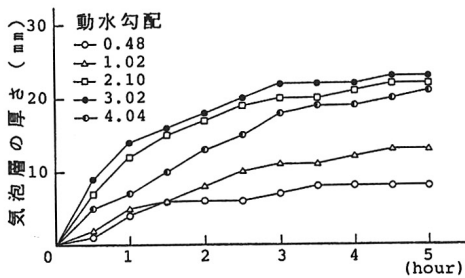


図2 気泡層厚の経時変化

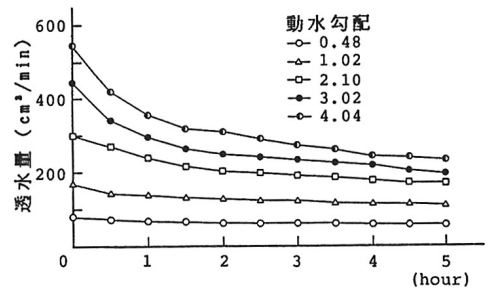


図3 透水量の経時変化

験開始後、供試体上面より気泡が発生し、徐々に気泡層厚( $H_a$ )が増大する。写真1は $i=4.04$ の場合の実験開始後5時間の供試体である。図2は気泡層厚( $H_a$ )の経時変化である。実験開始後5時間で気泡層厚はほぼ一定となり、 $i=2.10$ 以上ではどれも層厚は約22 mmとなる。図3は透水量の経時変化である。気泡の発達につれて透水性は悪化する。図4は気泡層厚( $H_a$ )と供試体全体の透水係数 $k$ (単純に飽和状態と仮定して求めたもの)の関係である。 $i$ に関わらず $k$ はほぼ同じであり、気泡層厚が増すに従って減少する。同じ気泡層厚でも気泡の分布の密度が大きくなることにより、 $k$ が変動する箇所がある。気泡層でのみの透水係数 $k_a$ を  $H_a/k_a + (H-H_a)/k_t = H/k$ ;  $k_t$ は脱気状態での透水係数( $=4.1 \times 10^{-2}$ )、により求めると約 $6.5 \times 10^{-3} \sim 1.1 \times 10^{-2}$ であり、気泡が発生する前の $k_t$ に比べ約 $1/4 \sim 1/6$ となる。

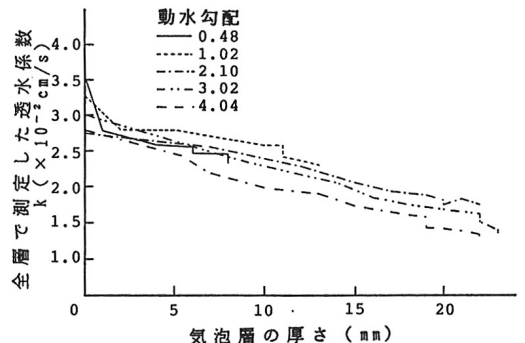


図4 透水係数 $k$ ～気泡層厚 $H_a$ 関係

### 3. 拘束圧が気泡発生・発達に及ぼす影響

供試体は図5のように表乾試料および湿潤試料（洗剤で洗浄し表面の空気を除去したもの）を水中落下法により作製し、高さは常に10cmとする。湿潤試料中には浸透水中からの空気の受け入れ場所となる空気の微粒子が少ないために、気泡が発生しにくく、表乾試料との境界面から気泡は発生することになる。そのため、上部の湿潤試料の層厚を4種類（1, 3, 5, 9cm）にし、気泡が発生する境界面での拘束圧を変えることが、どのように気泡発生・発達に影響を及ぼすかを観察する。5時間程度で定常状態に落ち着くが、上部層厚1cmの場合では空気の層が約5mmで（写真2）、上部層厚3cmでは約2mm（写真3）、上部層厚5cmでは気泡が横につぶれた形で点在し空気の層にはならず（写真4）、上部層厚9cmでは気泡の発生はない。つまり拘束圧が大きいほど気泡層の生成は妨げられる。ここでの空気層のでき方は2. での気泡層とは全く異なり、気泡が集まったというよりは、空気が上部層と下部層を切り裂くようにしている。つまり下部層での拘束圧が大きいために、2. のように容易に気泡を生成することができず、砂の空隙を縫うようにして水平に空気の層を作って上部層を持ち上げることになる。

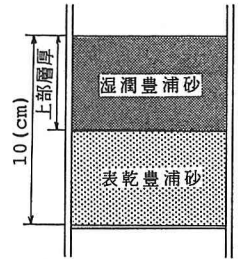


図5 供試体の概要

### 4. 粒径の違いによる気泡のでき方の違い

3. の実験で下部の豊浦砂の代わりに粒径の大きな大磯小石（上部層5cm）を用いて行った。豊浦砂の場合のような空気の層はできず、小石の間隙が空隙だらけになる（写真5）。境界で発生した気泡が上部の拘束により下方へ発達しようとするが、豊浦砂の場合なら粒径が小さく間隙が狭いために、気泡は下方へは容易に発達できないが、小石の場合は粒径が大きく間隙が広いために粒子の移動も必要はなく、容易に気泡は下方へ発達し土中では空隙だらけなる。このように、粒径の違いも気泡の発達と密接な関係があることがわかる。

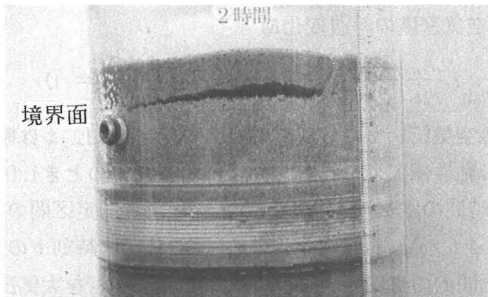


写真2 上部層厚1cm

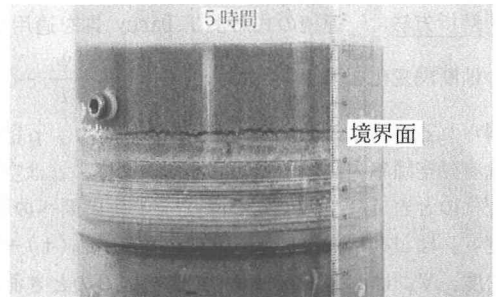


写真3 上部層厚3cm

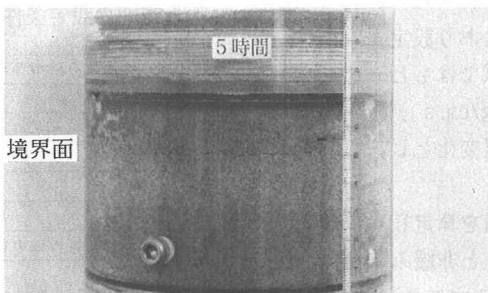


写真4 上部層厚5cm



写真5 大磯小石を用いた実験

**参考文献** 1)小高猛司・奥村陽一・浅岡顕(1991):密な砂質地盤の浸透力による破壊実験,第26回土質工学研究発表会発表講演集,pp.1279-1282. 2)小高猛司・宮崎裕光・浅岡顕(1992):密な砂の浸透過程での気泡発生メカニズムの検討,第27回土質工学研究発表会発表講演集,掲載予定.